



Mario Parise¹, Vincenzo Martimucci², Piernicola Lollino¹

¹ *Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, Bari*

² *Federazione Speleologica Pugliese*

L'IMPORTANZA DEI RILIEVI SPELEOLOGICI E GEOLOGICI NEL RECUPERO DELLE CAVITA' ANTROPICHE



Schema della presentazione

- Cavità artificiali: tipologie
- Rilievi topografico-speleologici nel sottosuolo
- Rilievi geologici
- Utilizzo dei rilievi per il recupero delle cavità
- Conclusioni



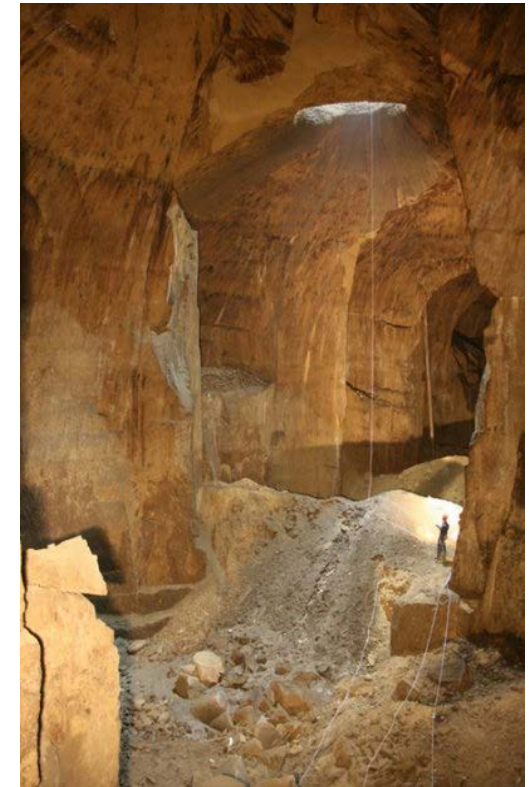
Moncalvo (foto: B. Vigna)



Seiano (foto: R. Varriale)



Kizil Cukur, Turchia (foto: M. Traverso)



Nola (foto: B. Bocchino)



Roccarainola (foto: F. Maurano)



Malta (foto: M. Traverso)



Todi (foto: A. Basili)



Serralunga d'Alba (foto: F. Milla)



Albano (foto: G. Marchesi)



Ani, Turchia (foto: R. Bixio)

G
altre
opere

F4
pozzi e
discenderie

F3
gallerie
su rotaia

D7
rifugi
per civili

D6
rifugi
per militari

D5
depositi

D
belliche

D4
postazioni
sparo

F2
cunicoli
transito

F
transito

E4
sondaggi

E3
miniere
(altro)

D1
difensive

D2
camminamenti

D3
gallerie
di mina

F1
gallerie
stradali

E
estrattive

E2
miniere
metallifere

C1
luoghi
di culto

C2
sepolcrali

E5
coltivazioni

E1
cave inerti

A4
cisterne

A10
funzione
sconosciuta

A9
ghiacciaie
neviere

C
culto

B6
stalle

B7
colombari

B8
altri
insediam.

A8
canali
navigabili

A
idrauliche

A7
fognature

OPERE

B5
silos

B
insediative
civili

B1
stabili
abitativi

A3
trasporto

A2
captazione

A5
pozzi

B4
magazzini

B3
opifici

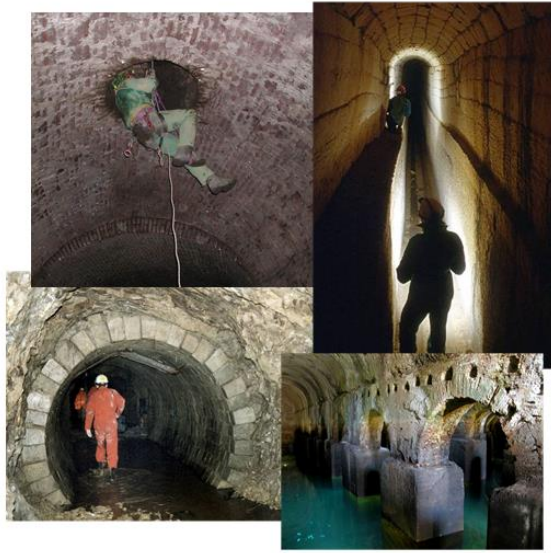
B2
ricoveri
temp.

A1
regimazione
bonifica

A6
distribuzione

**ALBERO DELLE
TIPOLOGIE**





Scientific Committee:

Mario Parise (Chairperson) - Joep Orbons - Carla Galeazzi - Roberto Bixio - Martin Dixon - Hakan Eğilmez - Jean Francois Garnier - Jérôme Triolet - Laurent Triolet - Luc Stevens

Organizing Committee:

Fabrizio Milla (Responsible) - Associazione Gruppi Speleologici Piemontesi (AGSP) - Carla Galeazzi - Mario Parise - Alessandra Pueroni - Enrico Croce.



FEE 20 euro

The registration fee includes:

Workshop programme and material, an issue of Opera Ipogea, Sunday visit

Venue:
Parco della Tesoriera
Corso Francia 192
Torino
 at Associazione Gruppi
 Speleologici Piemontesi
 (AGSP)



(subway stop "Montegrappa")

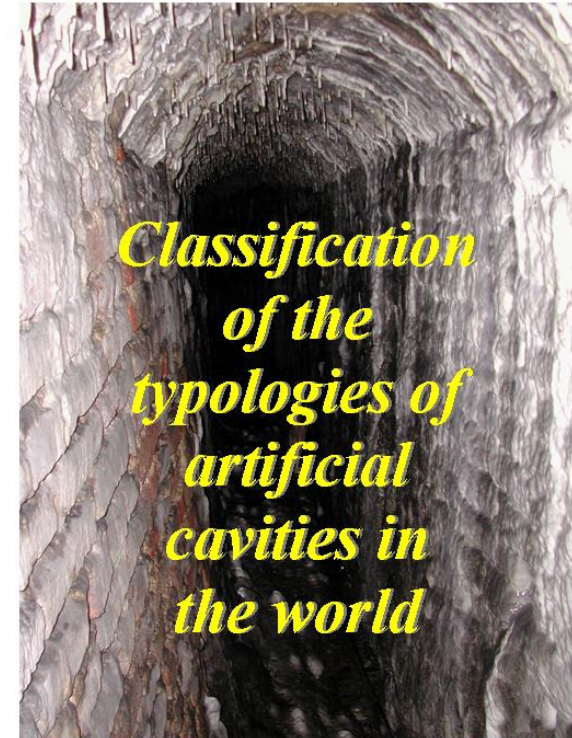


Contacts:

- ⇒ Mario Parise +39 3396491959
m.parise@ba.irpi.cnr.it
- ⇒ Fabrizio Milla +39 3381163110
fabrizio.fabus@libero.it



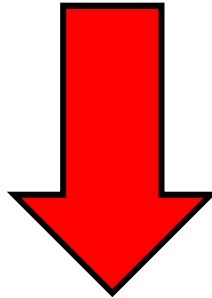
International Workshop



Torino
18-19-20 May 2012

Priorità assoluta: conoscenza dell'**andamento plano-altimetrico** delle cavità

Senza la conoscenza dell'effettivo andamento delle cavità sotterranee non è possibile avviare alcuna azione di recupero, valorizzazione, salvaguardia



Rilievo speleologico





Pu.40
GRUPPO SPELEOLOGICO PUGLIESE
BARI

GRAVE DI PACIUDDO //

La grave si trova a circa 2 Km da Cassano - sulla strada per Acquafredda delle Fonti, e profonda m. 85 ed ha diverse diramazioni ampie. L'esplorazione non è stata completata per mancanza di mezzi (canotti).

Atteso seguito con bussola Richter dal geom. Forante e da Dellaquila.

BARI 1-7-62

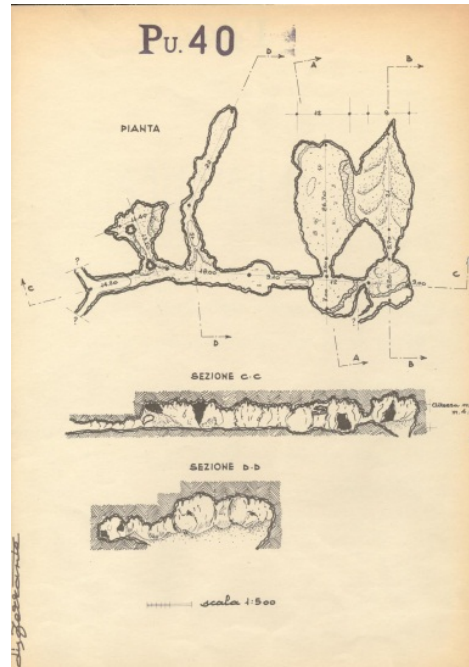
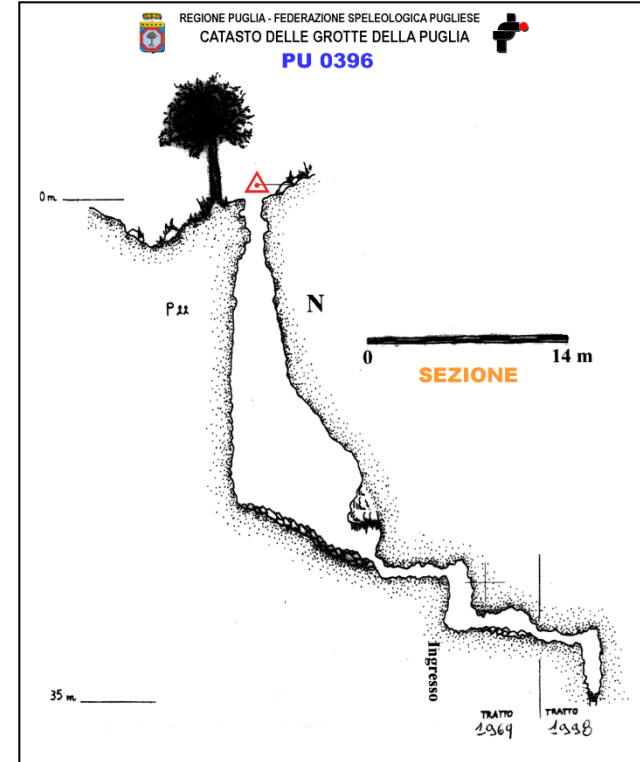
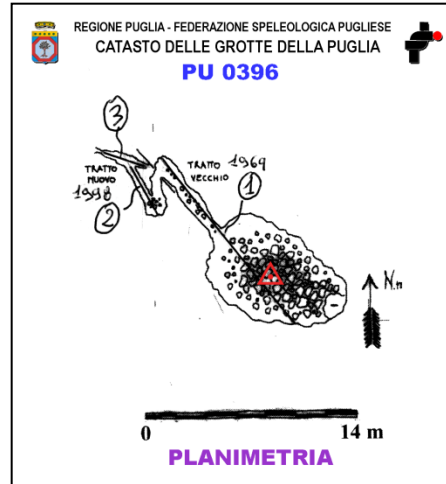
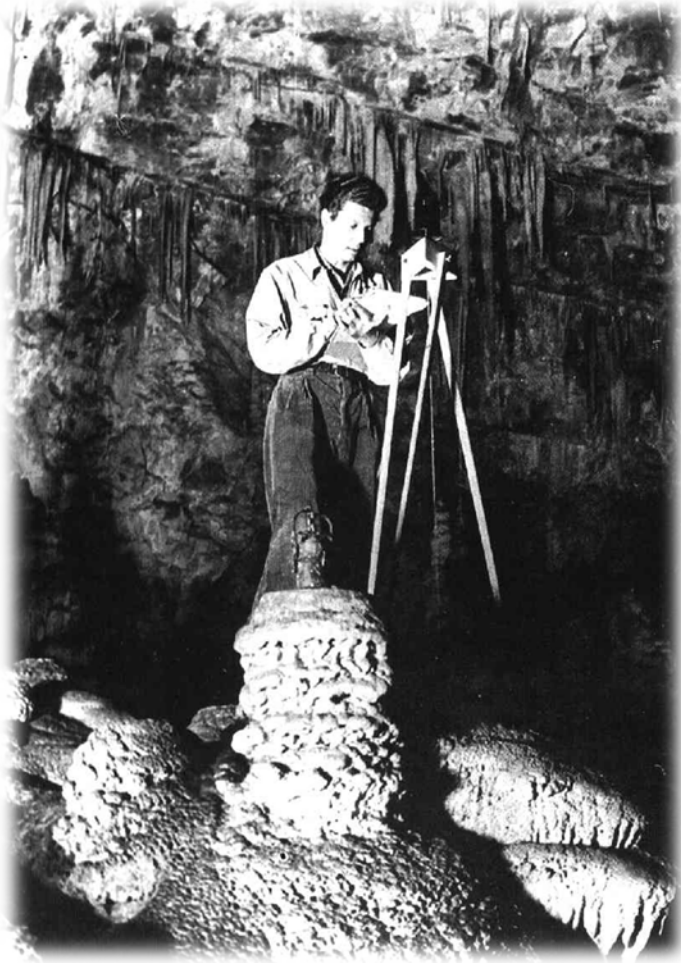


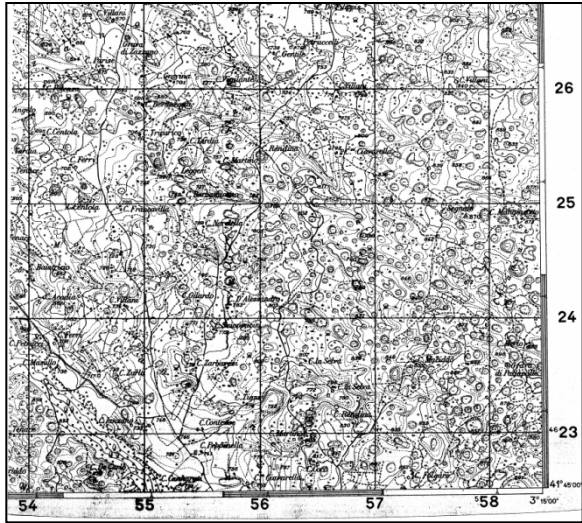
foto:archivio CARS



- **Importanza storica**
- **Notevole abilità tecnica (per l'epoca) e grafica**

- **Limiti di precisione (quota, orientazione, ecc.)**
- **Rilievi NON realizzati per finalità scientifiche o ingegneristiche**

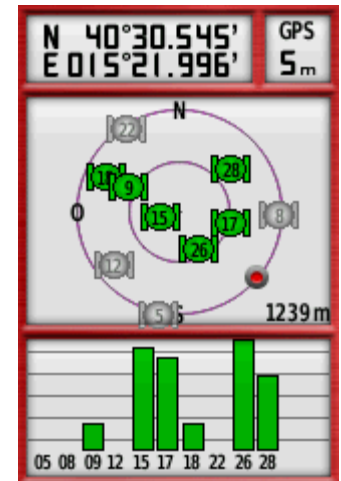
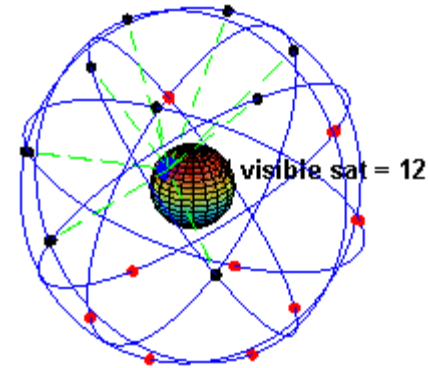
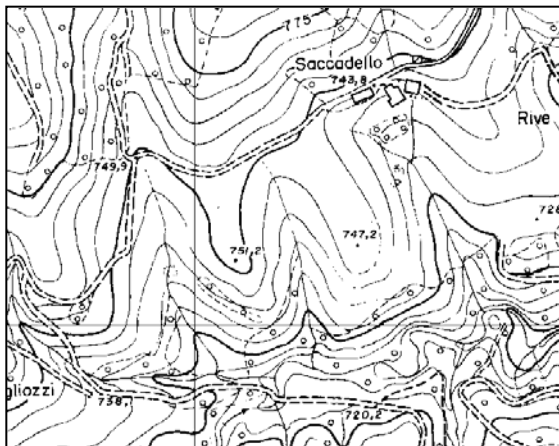
UBICAZIONE: carte topografiche vs. GPS



1:25,000

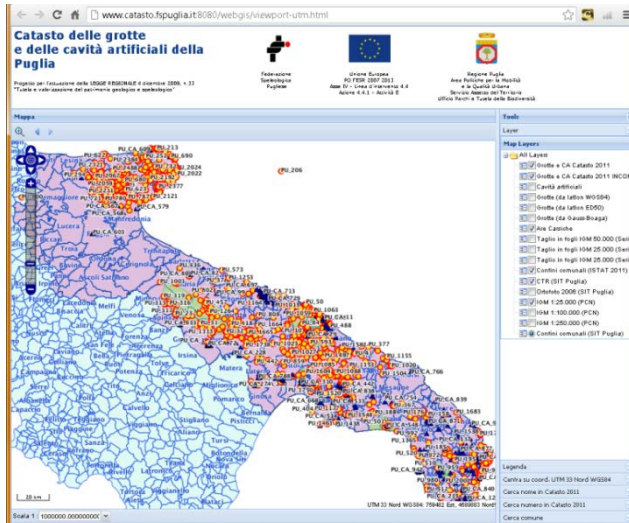


1:5,000

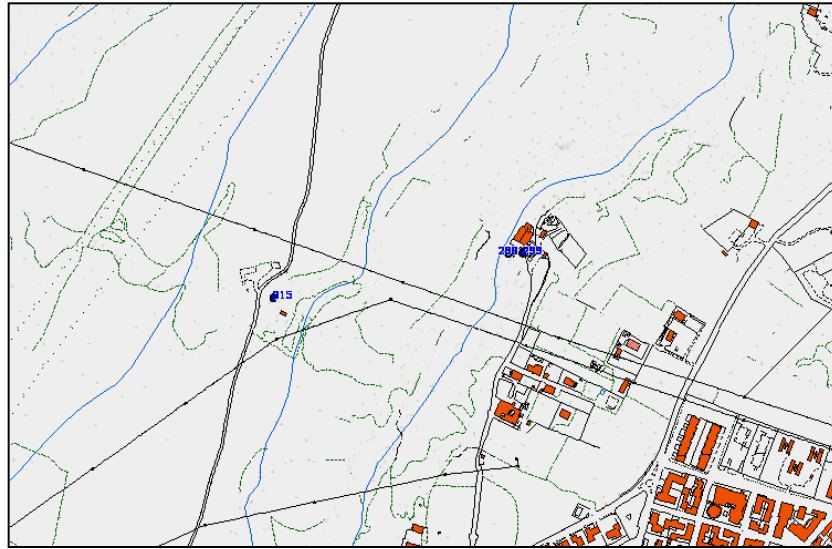




POSIZIONE DELL'INGRESSO



Posizionamento dell'ingresso



Localizzazione su carte topografiche a grande scala, o su ortofoto aggiornate



Strumenti per la topografia speditiva



Rilievo di precisione, con l'utilizzo della bussola da miniera, nelle grotte vaporose del Monte Kronio (Sicacca) nel 1962 (Foto Archivio S.A.G.)

- Misura Distanze
- Misura Angoli orizzontali
- Misura Angoli verticali

Gli strumenti fondamentali che vengono utilizzati per acquisire le misure vengono suddivisi in metrici e angolari:

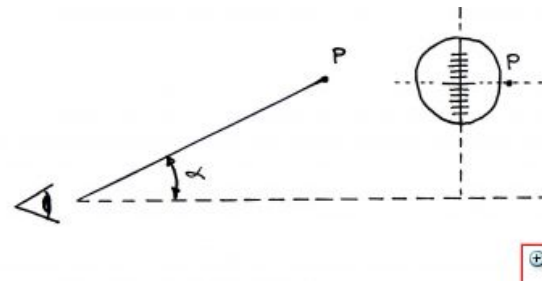
Rolline metriche



Bussole



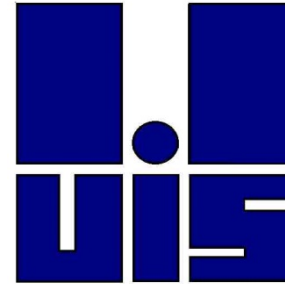
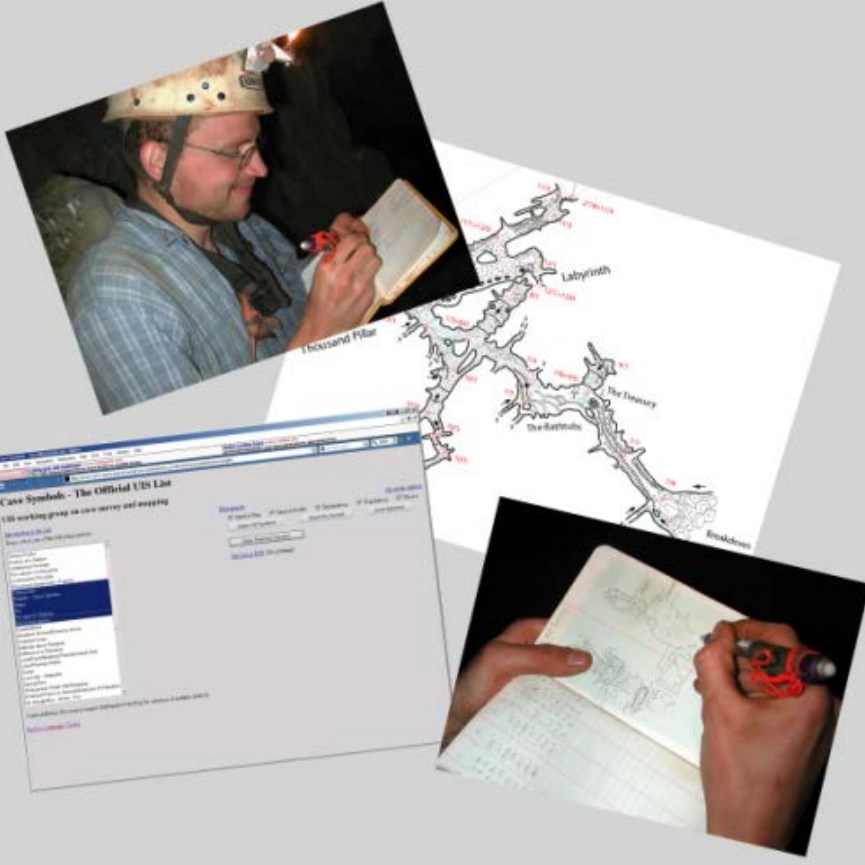
Clinometri



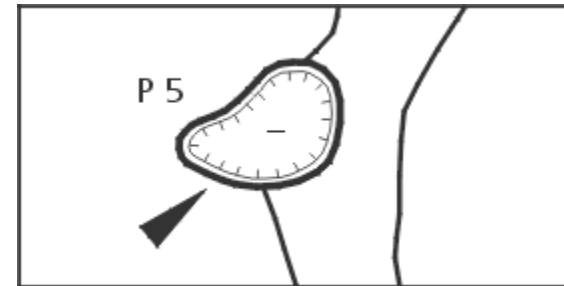
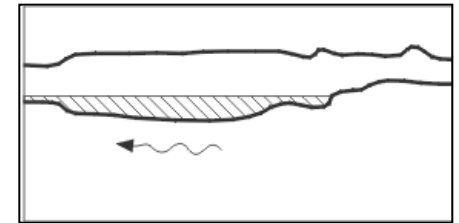
Cave Symbols: The Official UIS List

UIS working group on cave survey and mapping

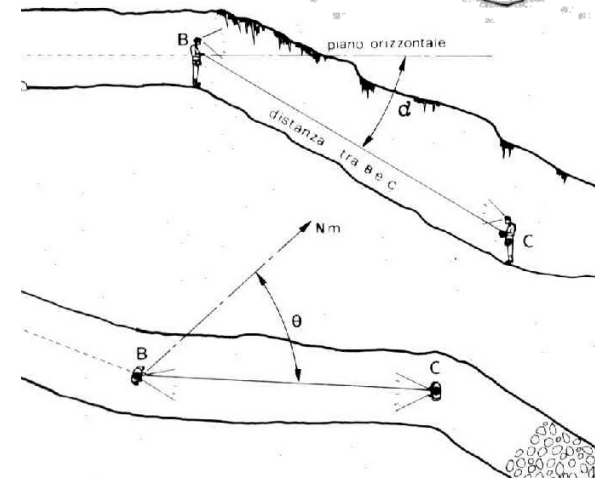
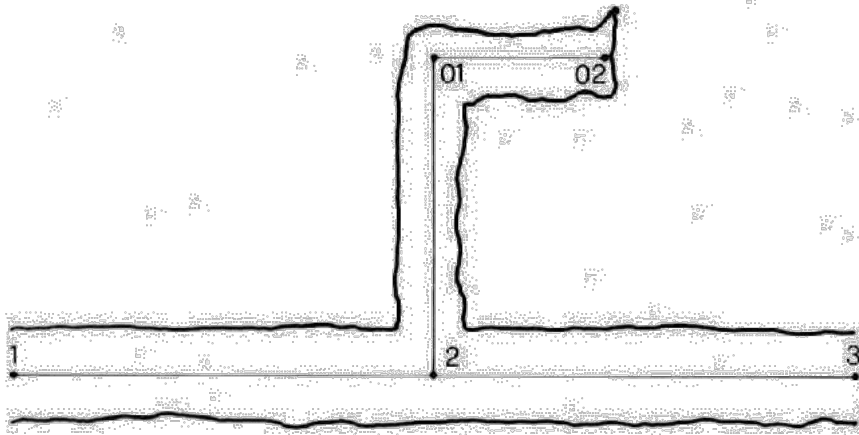
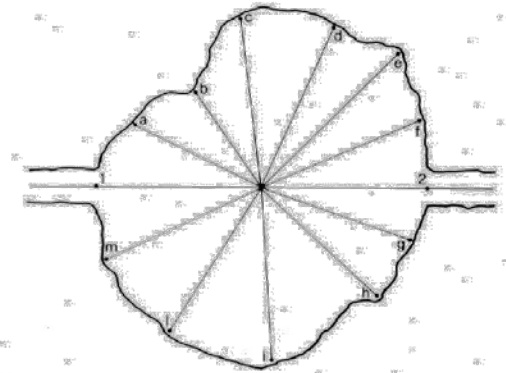
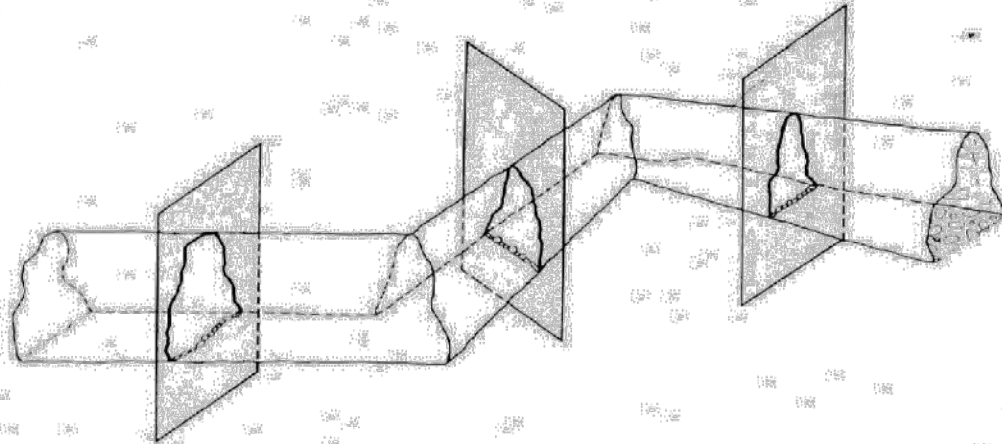
Please select one of the following languages:



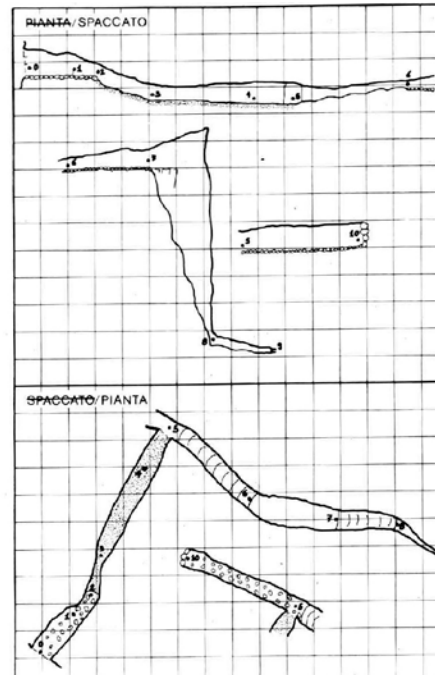
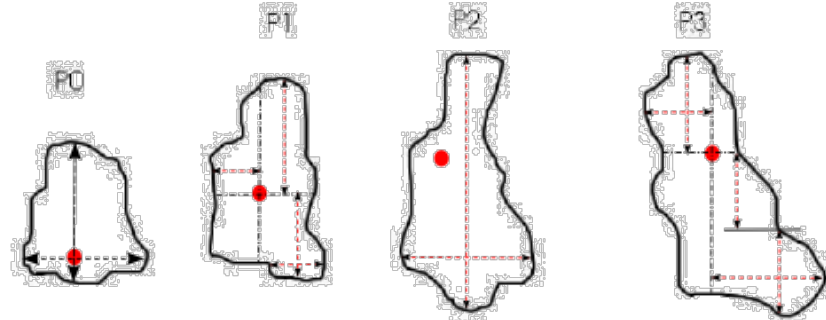
*International Union
of Speleology*














LA POLIGONALE PRINCIPALE

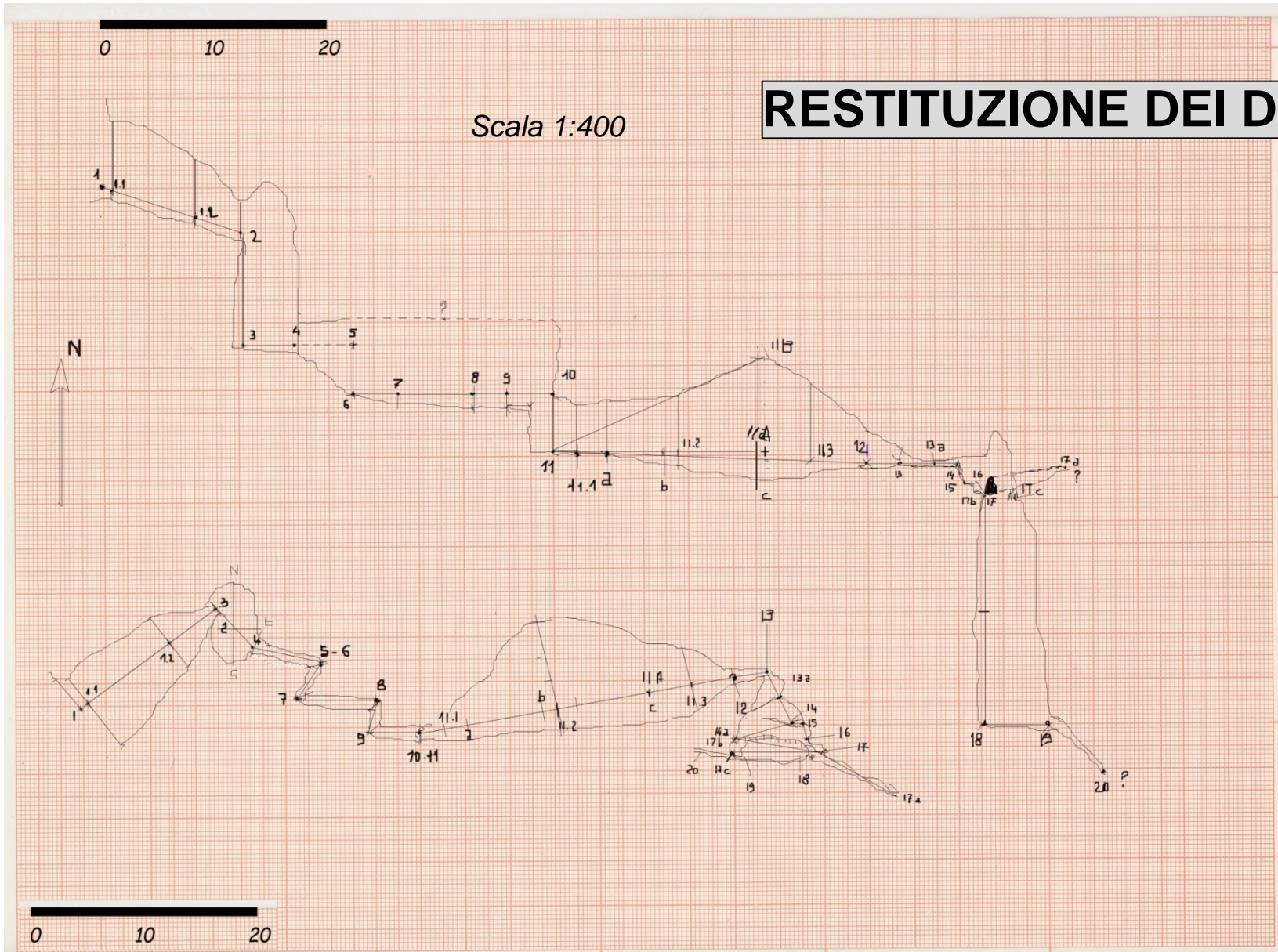


SEZIONI TRASVERSALI



P.	L		θ	α	H	g		ANNOTAZIONI
	m	cm				gradi	metri	
0-1	7,55		N 40	0	5		2	
h	8,05		S 220	-1	4,5		2	
1-2	5,00		N 60	-10,5	4,5		1	
h	5,00		S 234	-11,5	3		1	
2-3	3,50		N 16	-21,5	3		0,75	
h	10,10		S 156	-22,5	2,5		0,75	
3-4	17,85		N 28	-4,5	2,5		2	
h	18,15		S 208	-5,5	4		2	
4-5	8,55		N 36	-1	4		1,5	
h	9,05		S 210	0,5	4		1	
5-6	21,00		N 430	8	4		2,5	
h	21,00		S 318	8	1		2,5	
6-7	16,00		N 100	0	1		2	
h	16,00		S 284	-0,5	3		2	
7-8	36,25		N 58	-72	3		1	
h	34,75		S 274	-74	40		1	
8-9	11,50		N 128	-8,5	40		0,1	
h	12,25		S 304	-9,5	1		0,1	
5-10	23,5		N 235	0,5	4		2	
h	22,5		S 116	0	5		2	

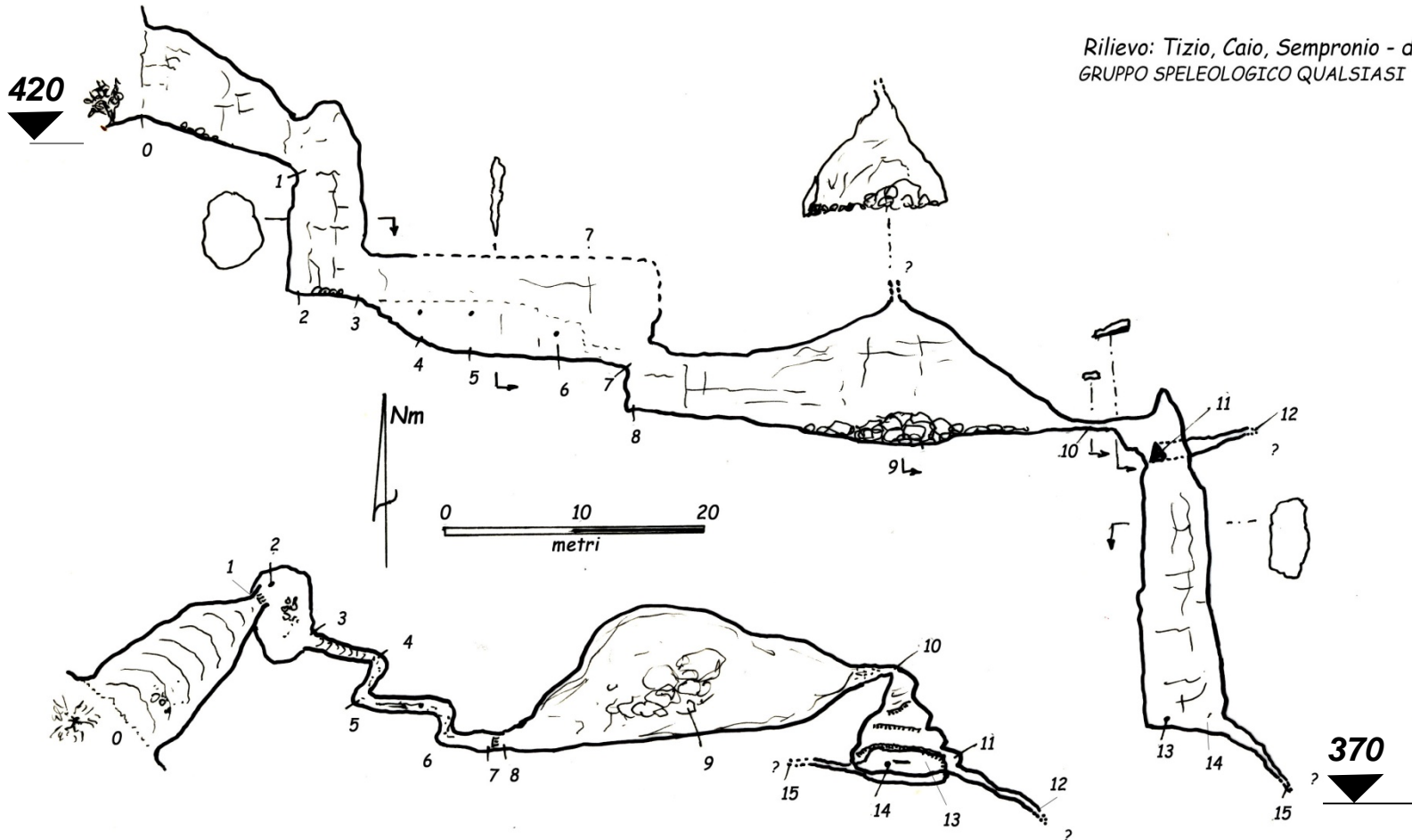
SEZ. TRASVERSALI					
					
P0	P1	P2	P3	P4	
					
P5	P6	P7	P8	P9	P10



RILIEVO DEFINITIVO

PU..... GROTTA IMAGINARIA
Comune: Vattelapesca

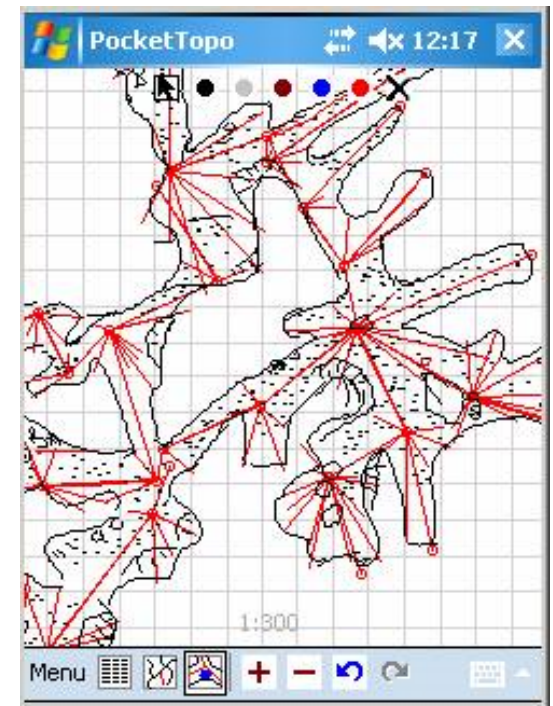
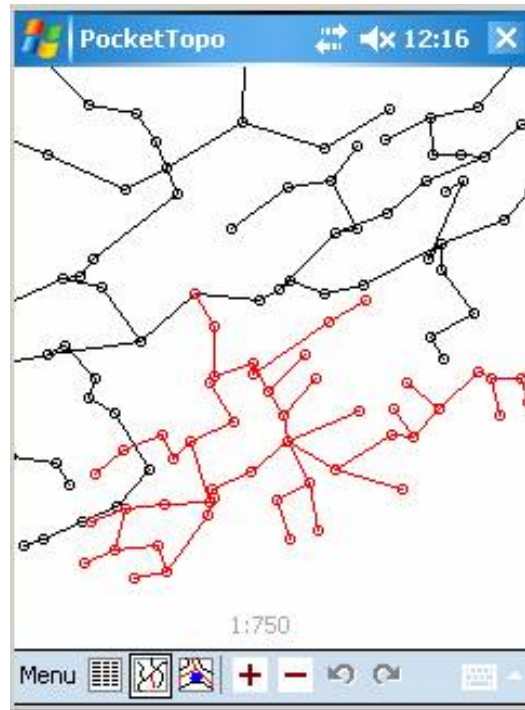
Rilievo: Tizio, Caio, Sempronio - data
GRUPPO SPELEOLOGICO QUALSIASI







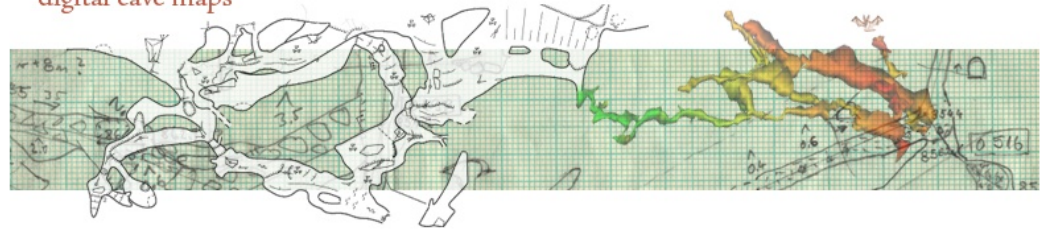
From	To	Dist	Decl	Incl
1830.2		0.14	68.4	87.3
1830.2		0.59	248.4	-87.3
1503.50	1831.0	0	0	0
1831.0		1	158.4	0
1831.0		0.8	338.4	0
1831.0		0.29	68.4	81
1831.0		0.4	248.4	-81
1831.0	1831.1	2.91	248.1	8.9
1831.1		1	132.7	0
1831.1		0.8	312.7	0
1831.1		0.8	42.7	-83.2
1831.1	1831.2	1.39	197.2	-22.3
1831.2		0.65	77.8	0
1831.2		0.2	167.8	80.1





Therion
digital cave maps

Home • [Workflow](#) • [2D](#) • [3D](#) • [Download](#) • [Contact](#) • [Wiki](#)

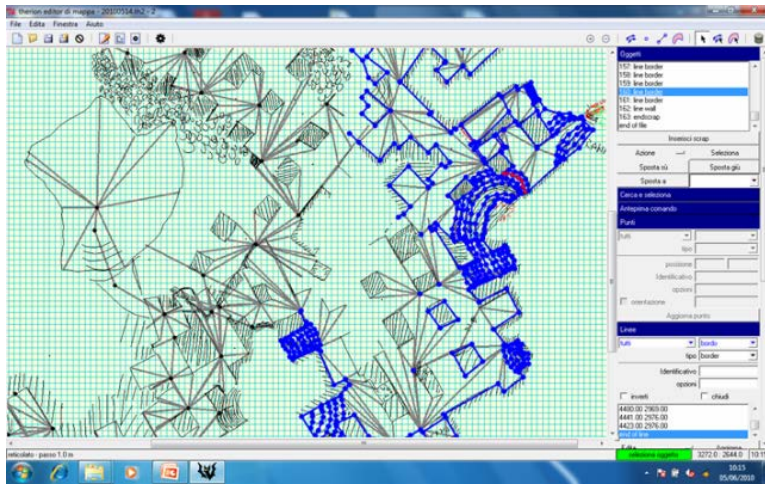


Therion: new approach to cave surveying

Therion is a complete package which processes survey data and generates maps or 3D models of caves. It runs on wide variety of platforms: Linux, Windows, Mac OS X. It is completely free, released under the terms of GNU GPL, with source code available. It doesn't require any other commercial software to run.

Therion solves the most annoying problem of cave cartography – how to keep a map of large and complicated cave system always up-to-date. Main features include:

- Complete maps with all the detail. No additional ink stroke is needed.
- Maps are dynamic, always up-to-date – i.e. they are automatically re-drawn after loop

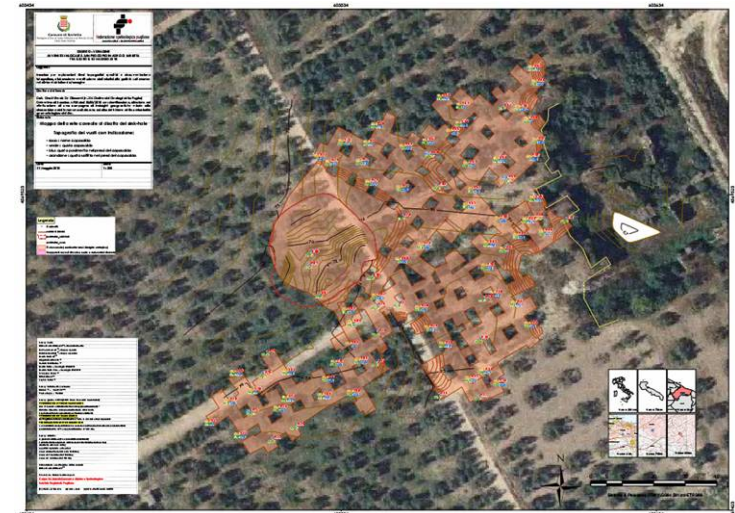
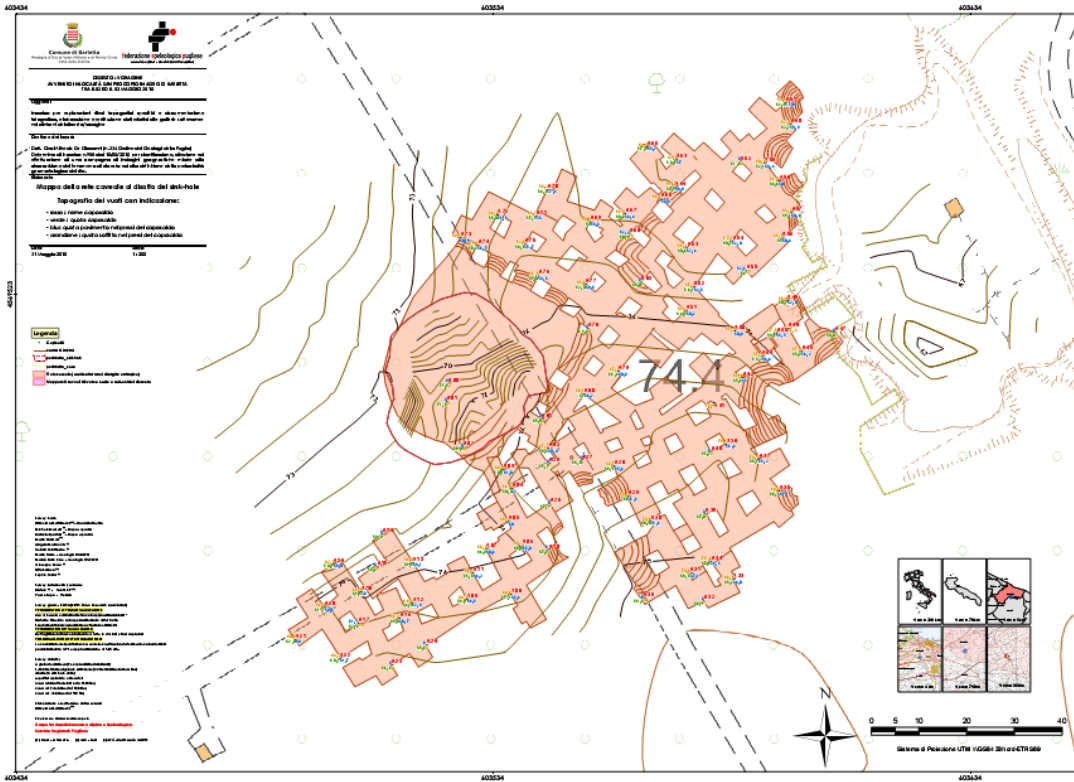


Barletta



Survey statistics

4 giornate di rilievo; 96 capisaldi materializzati;
 1.100 metri di poligonale principale;
 22 metri dislivello massimo;
 diametro *sinkhole* 40 m;
 superfici esplorate e rilevate:
 cava del *sinkhole* 8500 m²
 cava a SE del dissesto 1800 m²
 cava a S del dissesto 1500 m²





Survey instruments / software

Disto X (1) - Nautiz X7 (1)

Pocket Topo - Therion

Survey grade - *BCRA (British Cave Research Association)*

PRECISIONE DELLE POLIGONALI: GRADO 5

Uso di bussola ed inclinometro con approssimazioni di 1°

Distanze misurate con approssimazione di 5-10 cm

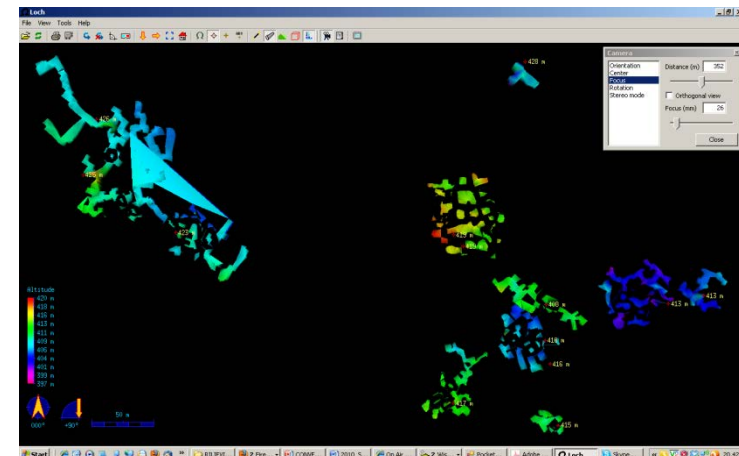
Spostamenti dai capisaldi di pochissimi centimetri

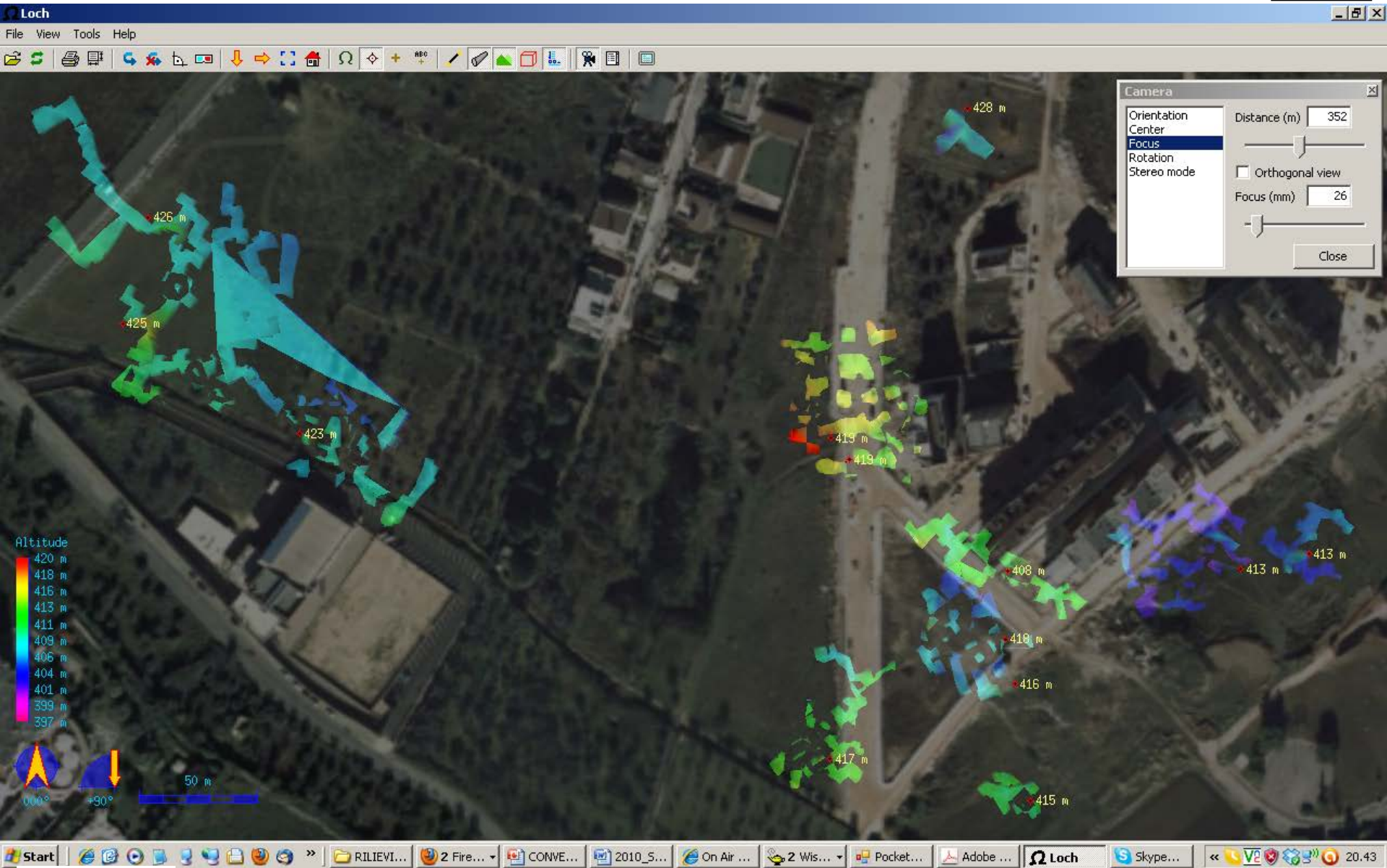
PRECISIONE DEI DETTAGLI: GRADO D

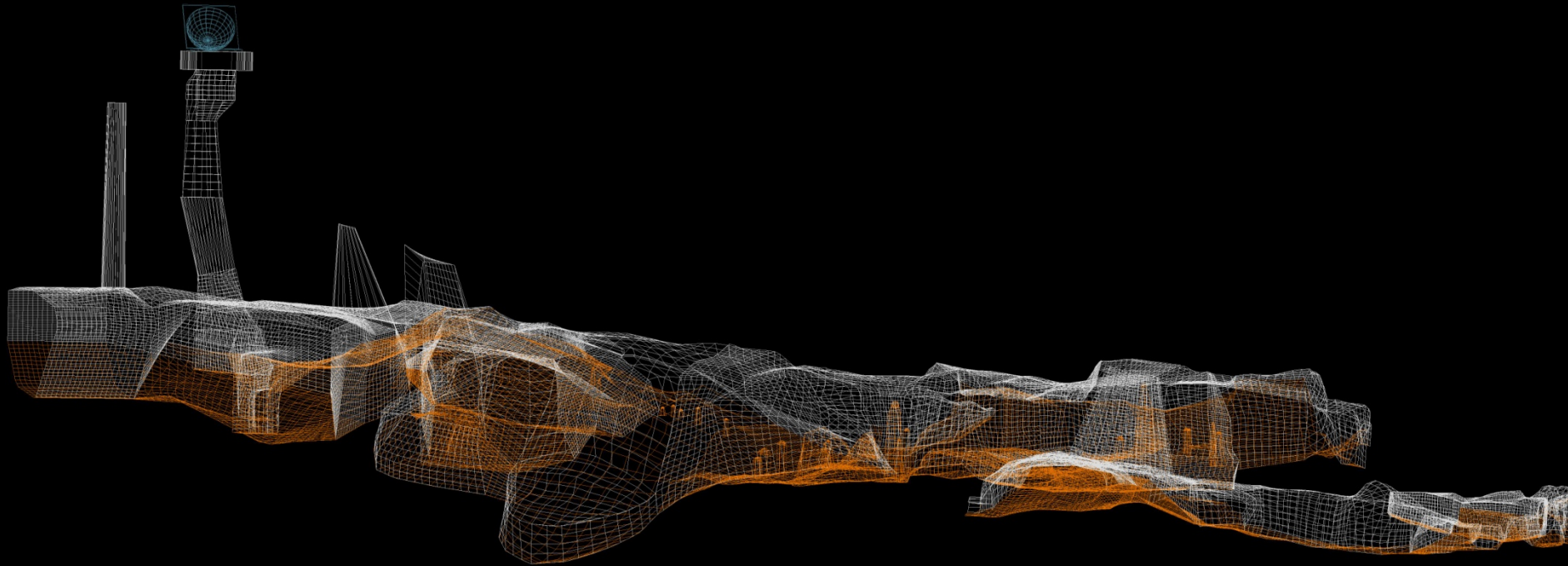
Dettagli misurati accuratamente a tutte le stazioni e tra i capisaldi

POSIZIONAMENTO DEI PUNTI DI ACCESSO

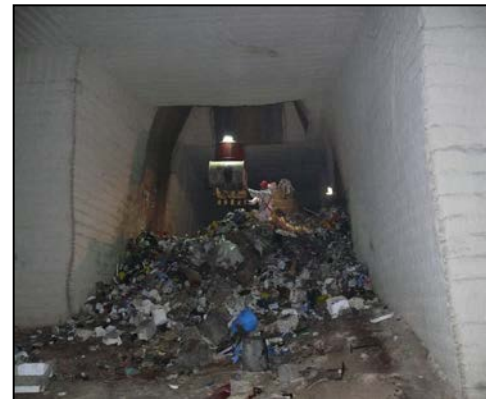
Le coordinate dei punti di accesso delle cavità sono state rilevate con sistemi di posizionamento GPS e approssimazione di 5-10 cm.







Interazioni tra suolo e sottosuolo



Sprofondamenti (*sinkholes*)



STABILITA' DELLE OPERE IN SOTTERRANEO

La maggior parte delle cavità artificiali è in uno **stato di abbandono**, in totale assenza di azioni volte alla loro conservazione e/o al monitoraggio.



Le condizioni di stabilità risultano pertanto precarie, costituendo un **fattore di rischio** per le sovrastanti aree antropizzate.



Cave sotterranee in Puglia



Cronologia degli eventi di
sprofondamento connessi a
cave sotterranee

LOCALITA'	DATA
CANOSA DI PUGLIA	1925
CANOSA DI PUGLIA	8 Marzo 1955
CANOSA DI PUGLIA	8 Aprile 1957
CANOSA DI PUGLIA	1986
CANOSA DI PUGLIA	4 Maggio 1990
CANOSA DI PUGLIA	5 Settembre 1999
ALTAMURA	Marzo 2006
GALLIPOLI	29 Marzo 2007
ALTAMURA	7 Maggio 2007
CUTROFIANO	15 Luglio 2008
ALTAMURA	3 Dicembre 2008
GINOSA IN PUGLIA	Febbraio 2009
CUTROFIANO	Marzo 2010
BARLETTA	3 Maggio 2010
CUTROFIANO	Maggio 2010
CUTROFIANO	Ottobre 2010
GALLIPOLI	Novembre 2010

Altamura

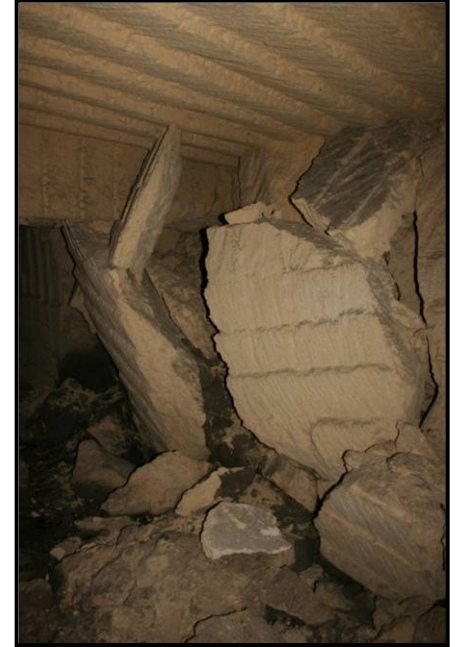
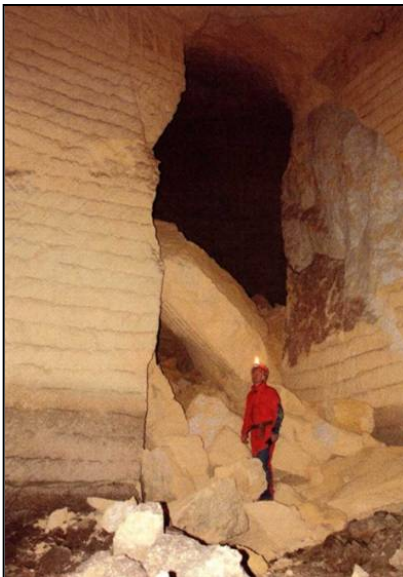


foto: CARS

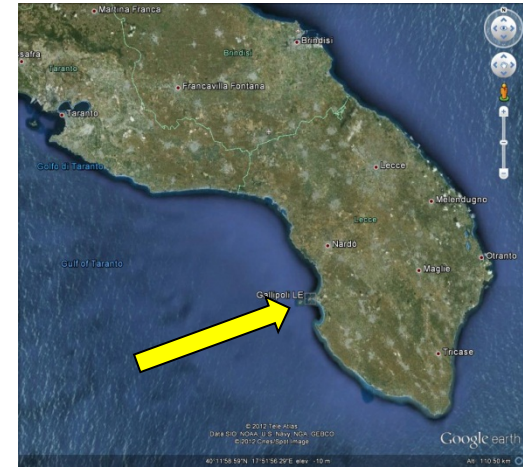


Altamura



foto: CARS

Gallipoli



29 Marzo 2007



Cutrofiano



Luglio 2008



Marzo 2010



Ottobre 2010

foto: G. Quarta

Individuazione di **elementi di instabilità** (occorsi e potenziali) e relativa cartografazione

Distacchi di porzioni laterali dalle pareti



Rotture agli spigoli dei pilastri



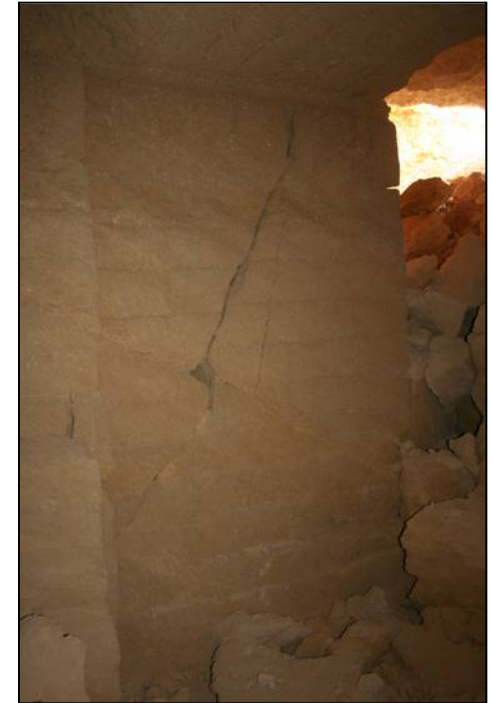
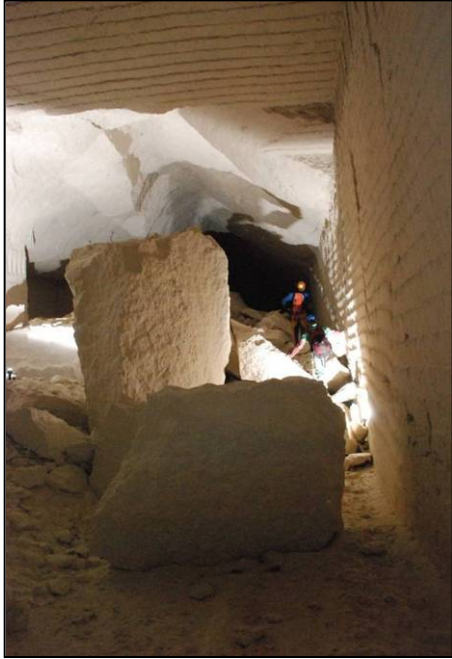
Fratture beanti



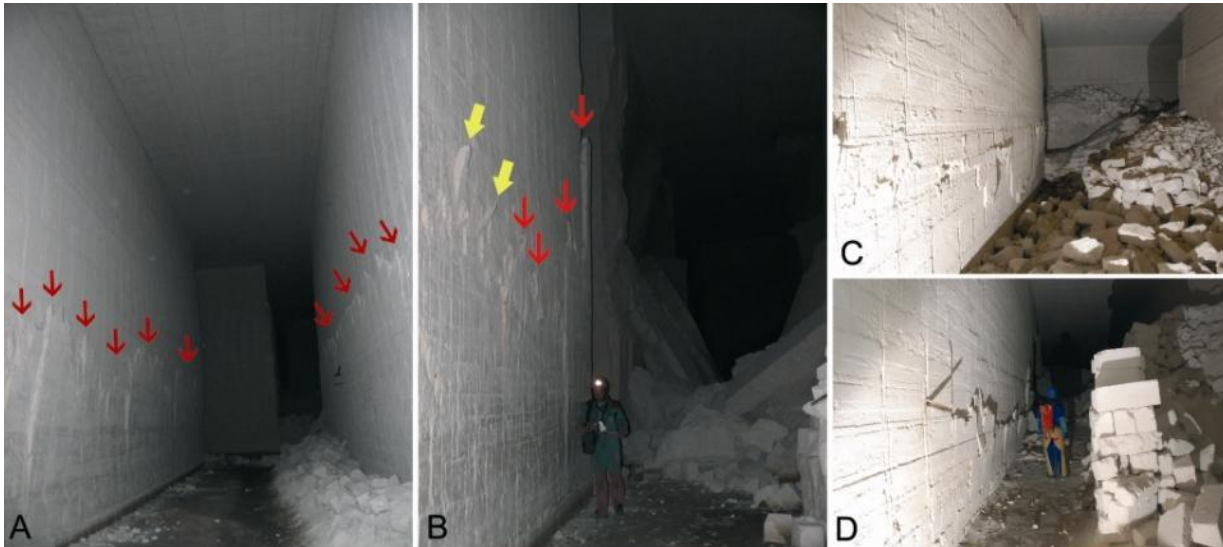
Dissesti generalizzati



Crolli dalla volta



Pilastrini lesionati



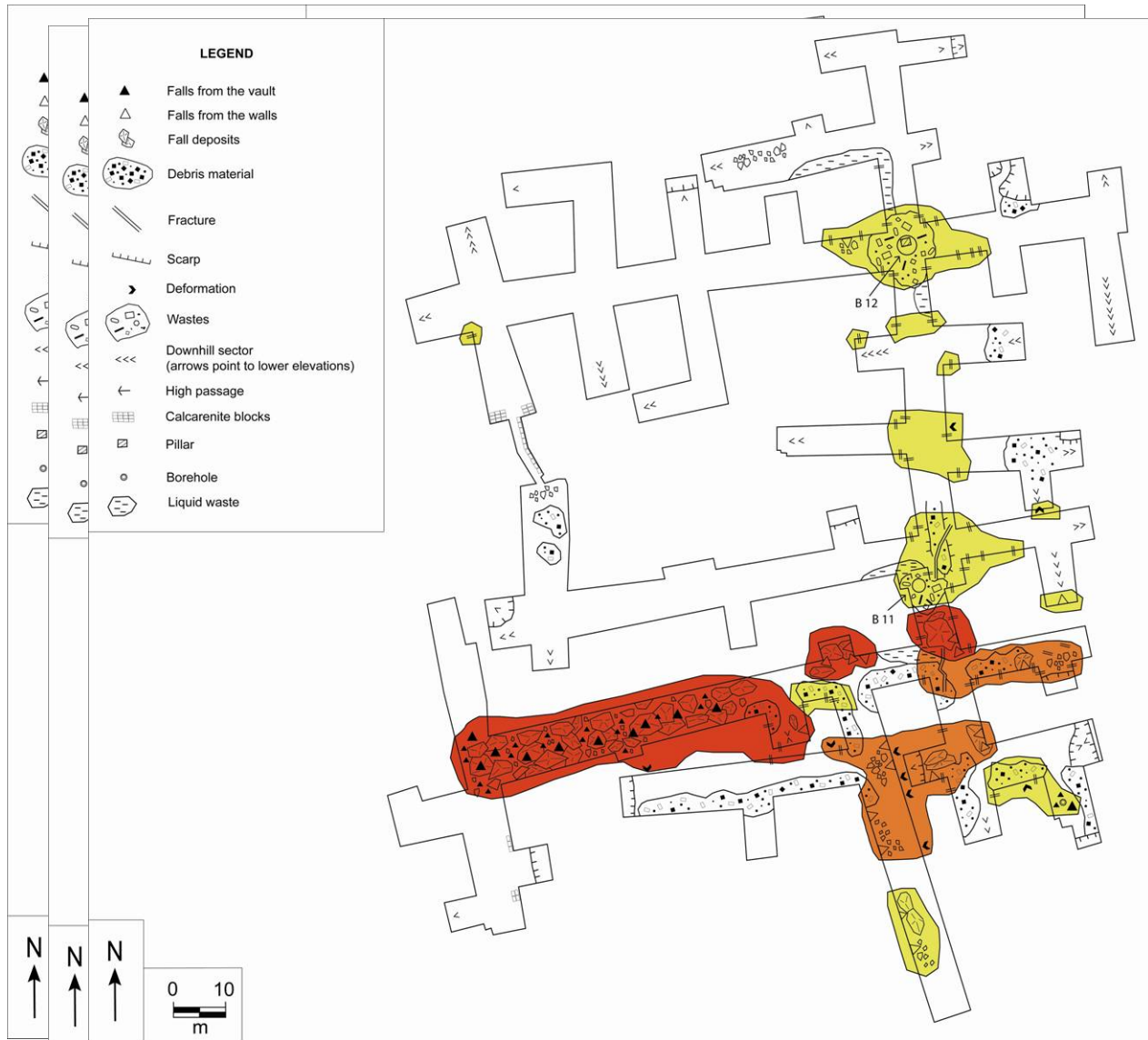
Deformazioni delle
pareti

Segni precursori di veri e propri
dissesti

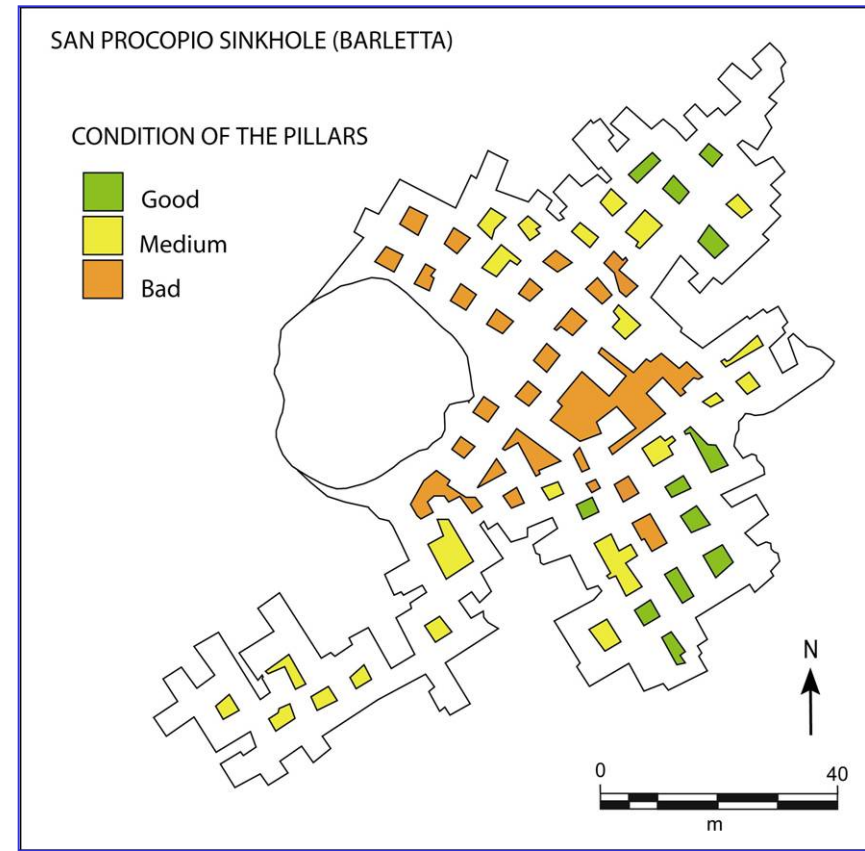
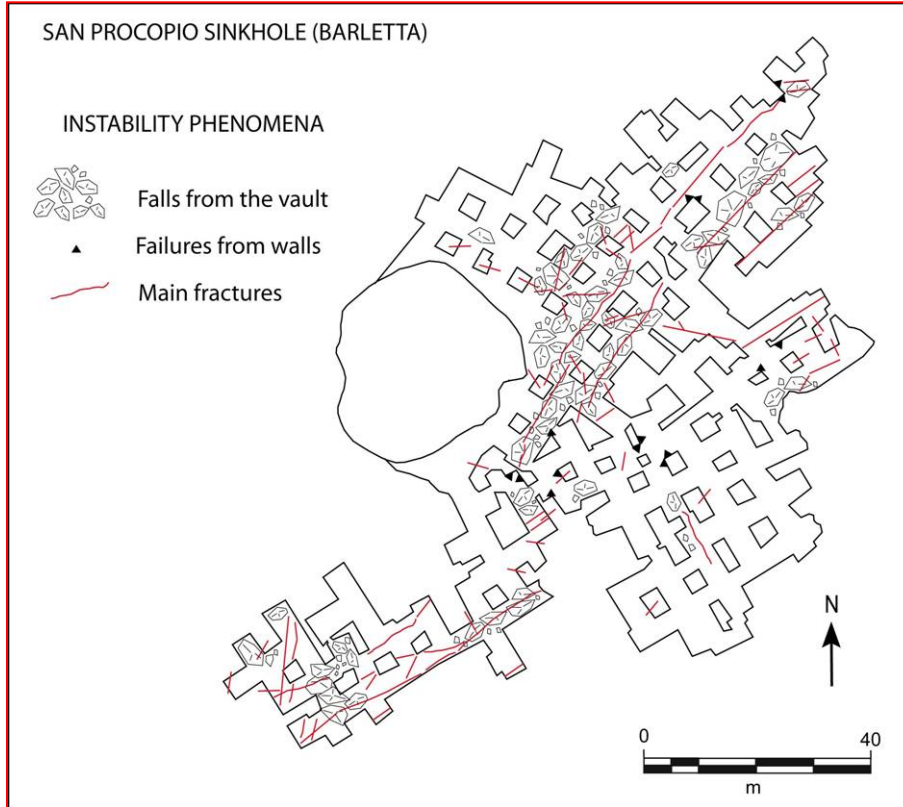
Estrusione di
cunei di roccia



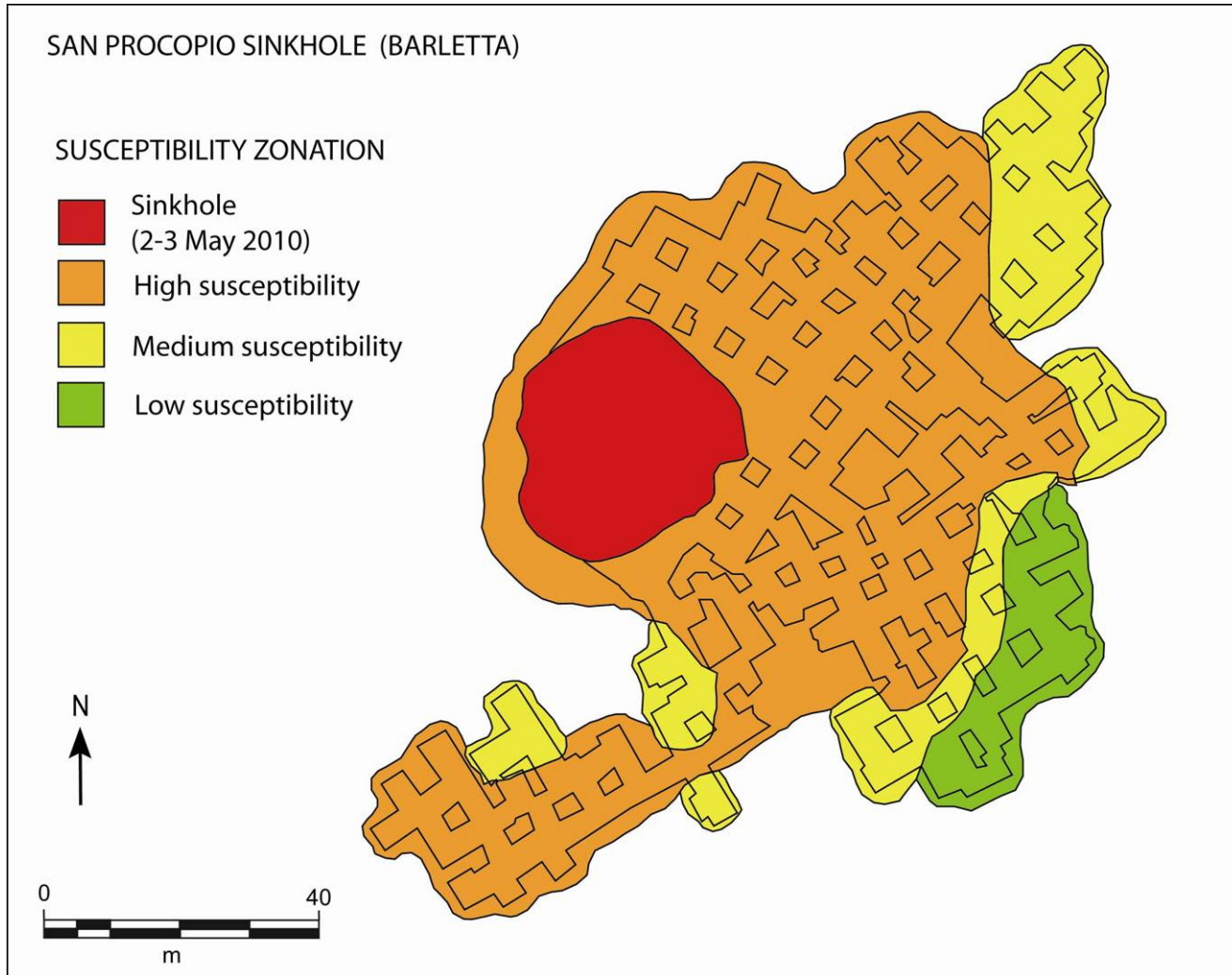
Cartografazione e zonazione in settori a diversa propensione al dissesto



Barletta



Barletta



Monitoraggio



Dove posizionare gli strumenti di misura?

In quali punti della cavità?

Che **tipo di strumentazione** scegliere?

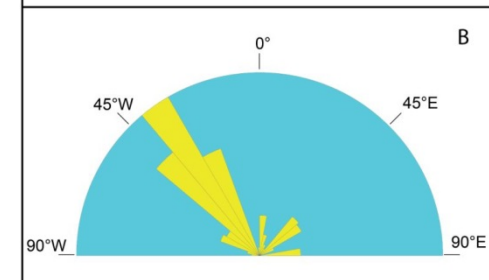
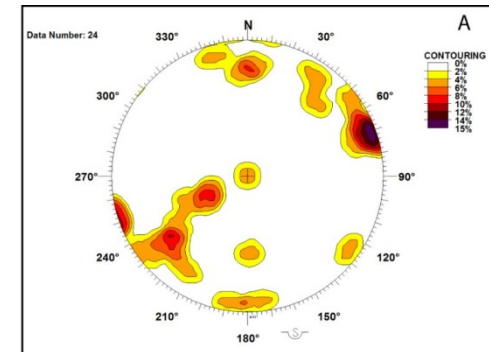
Che **tipo di monitoraggio** pianificare?

Per quanto **tempo**?



Integrazione dei dati rilevati con **analisi geologica-strutturale** dell'ammasso roccioso e **caratterizzazione geotecnica** dei materiali coinvolti

	γ (kN/m ³)	E' (kPa)	ν'	c' (kPa)	ϕ' (°)	σ_t (kPa)	σ_c (kPa)
Sabbia	18	70000	0.3	0	28	0	-
Argilla	20	40000	0.25	15	20	0	-
<i>Mazzaro</i>	17.5	180000	0.3	360	33	300	2400
Calcarenite	15.5	100000	0.3	160	30	160	1400



Geomorphology 134 (2011) 132–143

Contents lists available at ScienceDirect

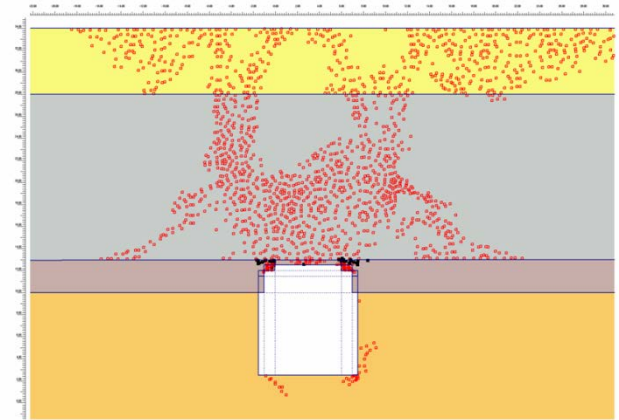
Geomorphology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/geomorph

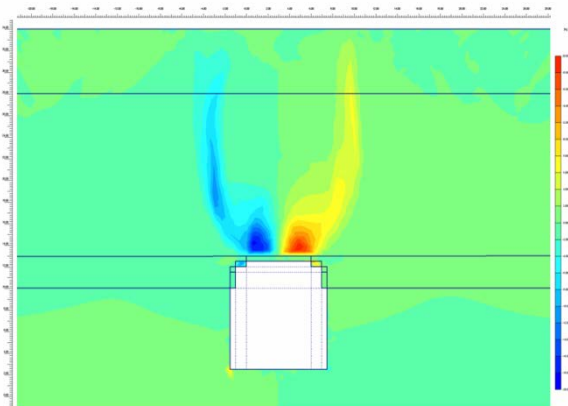
A preliminary analysis of failure mechanisms in karst and man-made underground caves in Southern Italy

M. Parise*, P. Lollino

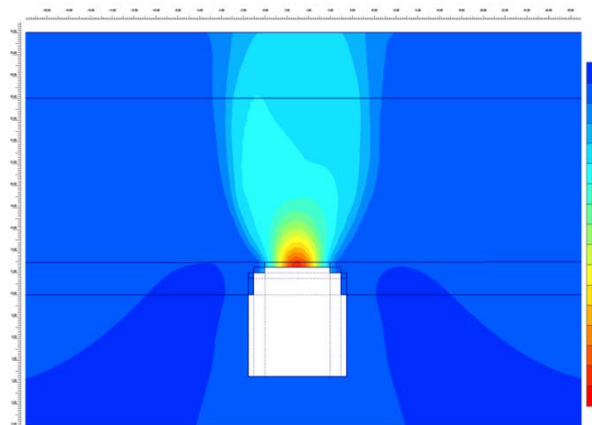
National Research Council, Institute of Research for the Geo-Hydrological Protection, Via Amendola 122, 70126 Bari, Italy



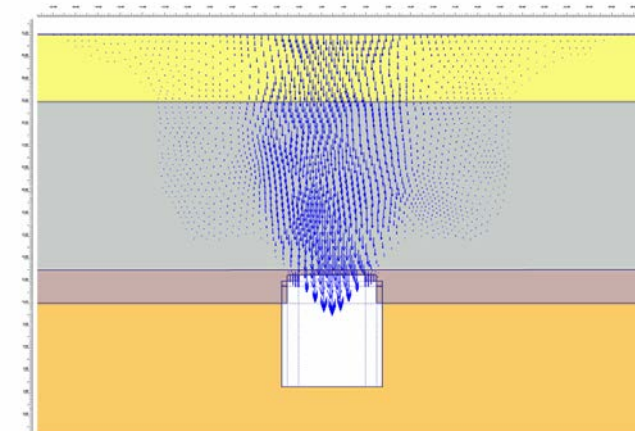
Punti plastici



Isolinee delle deformazioni da taglio

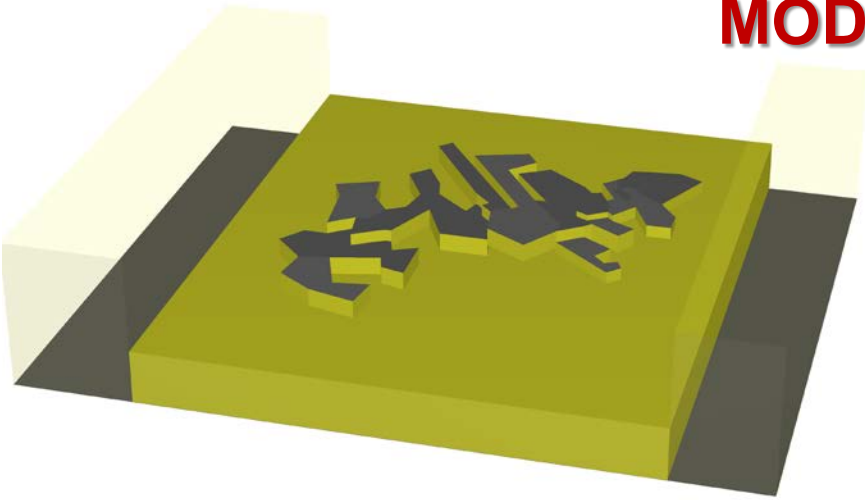


Spostamenti verticali

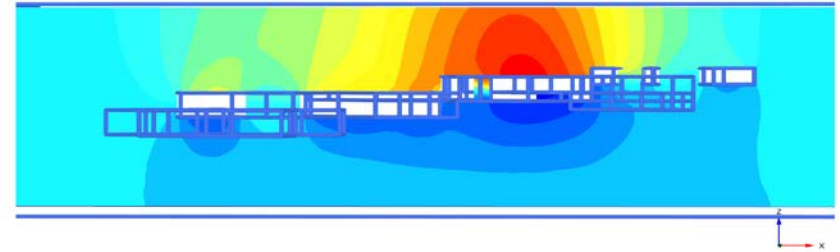


Vettori degli spostamenti verticali

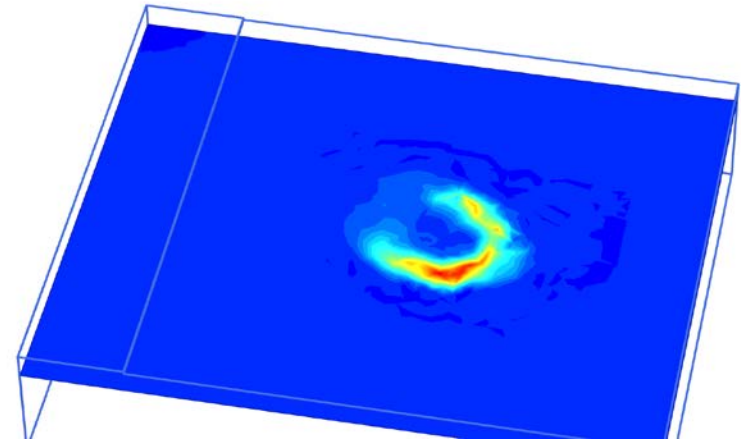
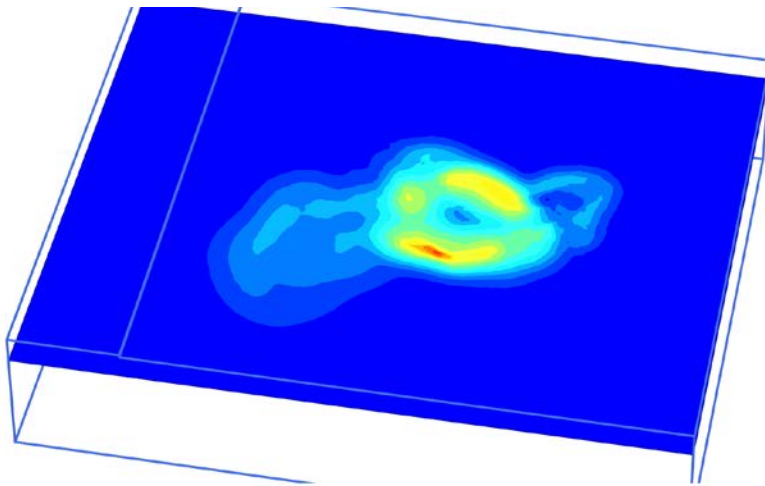
MODELLO FEM 3D (Plaxis 3D)



Solidi del modello: vista prospettica

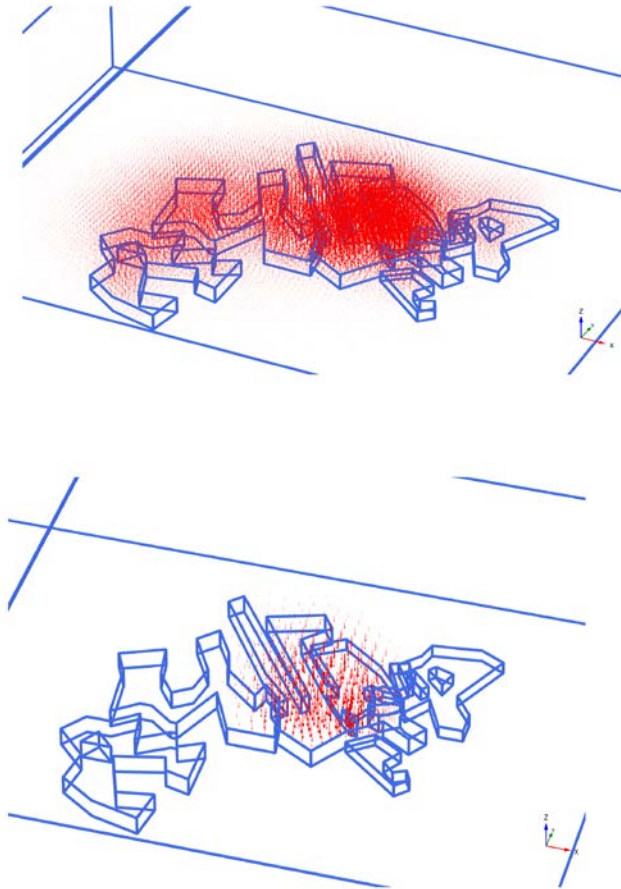


Sezione verticale: spostamenti verticali

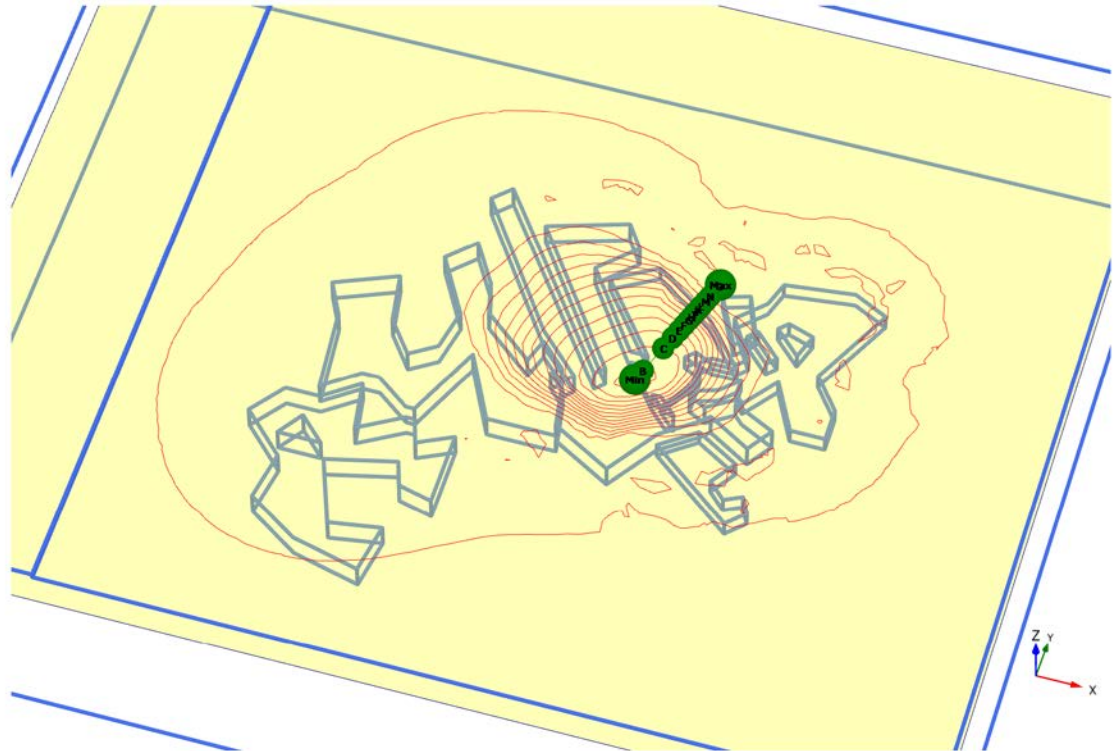


Piano orizzontale al di sopra della cava: deformazioni deviatoriche

Vettori di spostamento




Isolinee degli spostamenti verticali





Conclusioni

- Elemento fondamentale per qualunque azione di recupero e valorizzazione di cavità artificiali: conoscenza precisa dell'andamento delle cavità  rilievi speleologici;
- L'utilizzo di rilievi «datati» a fini scientifici e per opere ingegneristiche è quantomeno azzardato...
 - Rilievi geologici (strutturali, di instabilità, ecc.) nel sottosuolo, combinati ai rilievi plano-altimetrici della cavità, sono di estrema importanza;
 - I dati descritti pongono le basi sulle quali modellare i potenziali fenomeni di sprofondamento, e valutare la sicurezza dei luoghi, fattore imprescindibile per azioni e interventi di recupero e salvaguardia.



**Grazie
per l'attenzione**

Domande?

